



Bericht aus dem
Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung
der Technischen Hochschule Braunschweig

"Untersuchung neuartiger Außenputze"

von

o.Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Kristen

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. B. Brandstädter

M ä r z 1959

Die Arbeiten wurden durchgeführt im Auftrage des
Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft und
Verkehr. Az. II/3 d 24/32.

JK 691.56.001.5

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines
2. Arbeitsplan
 - 2.1 Versuchsmaterial: Kalkzementputz
 - 2.11 unbehandelt
 - 2.12 mit Silikonanstrichen
 - 2.13 mit Kunststoffanstrichen auf Kunstharzbasis
 - 2.14 mit Zusatz von Dichtungsmitteln
3. Herstellung, Beschreibung und Lagerung der Versuchskörper.
 - 3.1 Herstellung und Beschreibung der Probekörper
 - 3.2 Lagerung der Probekörper
 - 3.3 Probekörper mit Silikonanstrichen
 - 3.4 Probekörper mit Kunststoffanstrichen
 - 3.5 Probekörper mit Zusatz von Dichtungsmitteln
4. Durchführung der Versuche.
 - 4.1 Schlagregenversuche
 - 4.2 Wasseraufsaugungsversuche
 - 4.3 Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche
5. Versuchsergebnisse
 - 5.1 Schlagregenversuche
 - 5.2 Wasseraufsaugungsversuche
 - 5.3 Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche
6. Zusammenfassung
7. Anhang

1. Allgemeines

Bekanntlich führen Durchfeuchtungen der Außenwände von Gebäuden, die zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, zu großen Schäden an der Gesundheit der Bewohner. Auch Bauschäden größten Ausmaßes werden dadurch verursacht, und nicht zuletzt infolge der schlechten Wärmeleitung treten erhöhte Kosten für Heizmaterial auf. Seit längerer Zeit wird daher versucht, diese Durchfeuchtung, die besonders stark im Küstengebiet und in Gebirgsgegenden auftritt, zu verhindern.

Versuche und Erfahrungen der Praxis zeigen, daß im allgemeinen Außenwände mit herkömmlichen Putzen ausreichend gegen Durchfeuchtung geschützt sind. Nur für besonders stark durch die Witterung beanspruchte Außenwände müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen angewendet werden. Die Industrie hat zur Verbesserung der Putze Schutzanstriche auf Kunstharzbasis und Dichtungsmittel auf den Markt gebracht. Die folgende Forschungsarbeit hatte den Zweck, einige dieser Mittel auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

2. Arbeitsplan

Der folgende Arbeitsplan gibt einen Überblick über die durchgeführten Versuche.

2.1 Versuchsmaterial: Kalkzementputz

2.11 Unbehandelt ("Nullversuch")

2.12 Mit Silikonanstrichen

2.121 Silikonanstrich I

2.122 Silikonanstrich II

2.13 Mit Kunststoffanstrichen

2.131 Kunststoffanstrich A

2.132 Kunststoffanstrich B

2.133 Kunststoffanstrich C

2.134 Kunststoffanstrich D

2.135 Kunststoffanstrich E

2.14 Mit Dichtungsmitteln

2.141 Dichtungsmittel I

2.142 Dichtungsmittel II

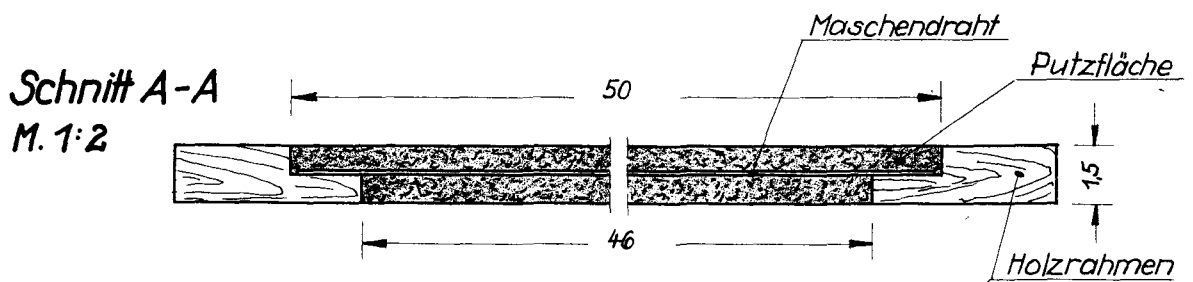
3. Herstellung, Beschreibung und Lagerung der Versuchskörper.

3.1 Herstellung und Beschreibung der Probekörper.

Die Putzproben wurden zum Schutz gegen mechanische Beschädigung mit Maschendraht bewehrt und in einem Hartholzrahmen aus 6 cm breiten und 1,5 cm dicken Latten geprüft. Die Bewehrung mit 0,8 mm dicken Maschendraht und einer Maschenweite von 1,5 cm war in der Mitte angeordnet und auf einem in die Latten eingearbeiteten Falz von etwa 2 cm Breite befestigt (s. Abb. 1). Verwendet wurden Zement Z 225 nach DIN 1164, ein Weißkalk nach DIN 1060 und Sand mit der in Abb. 2 aufgetragenen Kornzusammensetzung. Der Mörtel wurde zwar im Verhältnis 1 : 2 : 8 Rtl. von Hand gemischt, doch erfolgte, um ein gleiches Mischungsverhältnis für alle Probekörper zu gewährleisten, ein Abwiegen von Zement, Kalk und Sand bei jeder Mischung. Bindemittel und Sand wurden zunächst trocken bis zur gleichmäßigen Färbung gemischt und dann soviel Wasser zugesetzt, bis ein "kellengerechter" Mörtel entstand. Die Steife dieses Mörtels wurde jeweilig auf einem Rütteltisch nach DIN 1164 , § 15 geprüft und das Ausbreitemaß gleich groß gehalten.

Die Herstellung der Probekörper war folgende:

Auf einem dünnen Estrich wurde zunächst eine Lage Ölpapier und dann eine Lage dickes Filterpapier ausgebreitet. Auf dieses Filterpapier wurde der Holzrahmen gelegt und der Mörtel in zwei Lagen eingefüllt, und zwar die erste bis zur Draht-einlage und darauf die zweite bis zur Oberkante des Holzrahmens. Darauf wurde der Putzmörtel mit der Kelle verdichtet und die Oberfläche nach dem Abziehen abgerieben. Da das Filterpapier dem Mörtel einen Teil des Anmachewassers entzog, war es möglich, der Praxis, wo dem Mörtel durch den Putzgrund Wasser entzogen wird, sehr nahe zu kommen. Eine Woche nach Herstellung der Probekörper wurde dann das Filterpapier mit einem Spachtel vorsichtig entfernt.



Probekörper

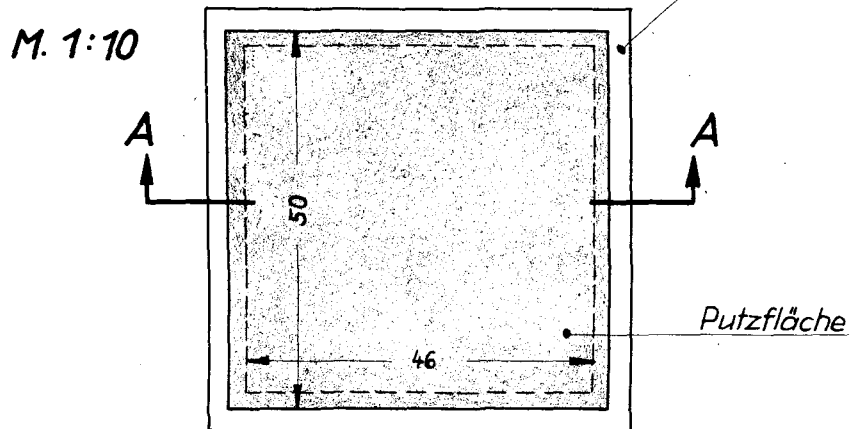


Abb. 1 Konstruktion der Putzflächen für die Schlagregenversuche

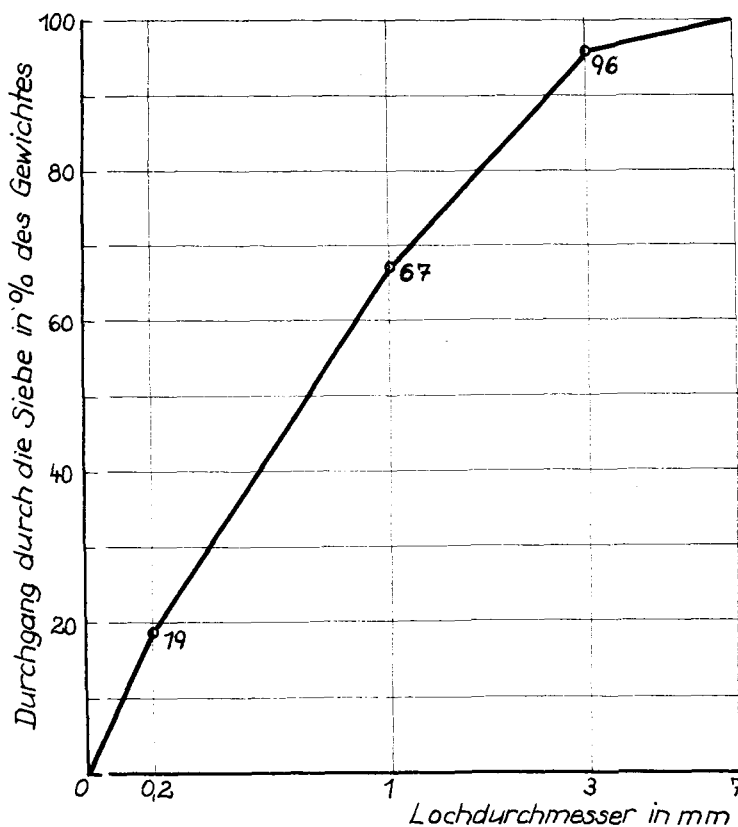


Abb. 2
Sieblinie des Putzsandes

3.2 Lagerung der Probekörper

Die Probekörper lagerten zunächst eine Woche lang flach liegend und dann etwa 3 Monate bis zur ersten Beregnung hochkant stehend bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80% und einer Temperatur von etwa 15° C. Nach der ersten Beregnung wurden die Putzproben ins Freie gebracht und etwa ein Jahr lang der Witterung ausgesetzt, wobei die Oberfläche der Probekörper nach Westen zugekehrt war. Von den jeweils drei für die Schlagregenversuche und für die Wasseraufsaugversuche vorgesehenen Proben jeder Putzart wurde immer eine Probe vor dem Versuch bis 40° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, um festzustellen, ob dieses Trocknen die Versuchsergebnisse beeinflusst.

3.3 Probekörper mit Silikon-Anstrichen

Es wurden zwei Mittel, und zwar Silikonanstrich I und II angewendet. Es handelt sich um bekannte deutsche Fabrikate, deren PH-Werte, Dichte, Farbe und Anteil der Festsubstanz im Anlieferungszustand in Zahlentafel 1 zusammengestellt sind.

Zahlentafel 1

Eigenschaften der Silikonanstrichmittel

	PH	Dichte kg/l	Festsubstanz Anteil Gew. %	Farbe
Silicon I	12,5	1,02	2,5	schwach- gelb
Silicon II	13	1,09	12,5	schwach- gelb
Silicon II (1 : 6,5 verdünnt)	-	1,012	-	schwach- gelb

Auf Wunsch der Herstellerfirmen wurde das Silicon-Anstrich-Mittel I unverdünnt und das Silicon-Anstrich-Mittel II im Verhältnis 1 : 6,5 Rtl. mit Wasser verdünnt angewendet.

3.4 Probekörper mit Kunststoffanstrichen

Es wurden Probekörper mit insgesamt 5 bekannten Markenerzeugnissen untersucht. Über die chemische Zusammensetzung dieser Anstriche lagen dem Institut keine Angaben vor.

Ein Teil der Mittel wurde gebrauchsfertig, der andere Teil in zwei Komponenten angeliefert. In Zahlentafel 2 sind Auftragsmenge und besondere Merkmale der verschiedenen Kunststoffanstriche zusammengestellt. Die Anstriche wurden mit dem Pinsel aufgebracht und der Voranstrich jeweils stärker mit Wasser verdünnt als der Deckanstrich.

Zahlentafel 2
Auftragsmenge der Kunststoffanstriche

Bezeichnung des Anstriches	Auftragsmenge in g/m ²	
	Voranstrich	Deckanstrich x)
A	-	2000
B	130	500
C	222	250
D	91	159
E	125	195

x) Die angegebenen Auftragsmengen beziehen sich auf das unverdünnte Material.

3.5 Probekörper mit Zusatz von Dichtungsmitteln

Es wurden zwei bekannte in flüssiger Form gelieferte Markenfabrikate verwendet. Nähere Angaben über die chemische Zusammensetzung der Mittel sind dem Institut nicht bekannt. Die Flüssigkeiten reagierten stark alkalisch und hatten seifenlauge-artigen Charakter. Nach den Verarbeitungsvorschriften der Hersteller-Werke wurden beide Mittel dem Anmachewasser zugesetzt. Farbe und Menge des Zusatzes sind aus Zahlentafel 3 zu sehen.

Zahlentafel 3
Farbe und Mengen der Dichtungsmittel-Zusätze

Bezeichnung	Farbe	Dichtungsmittelzusatz
Dichtungsmittel I	dunkel-braun	1,5 Gew.% des Bindemittels
Dichtungsmittel II	hell-braun	3,3 Raum % des Anmachewassers

4. Durchführung der Versuche

4.1 Schlagregen - Versuche

Von jeder Putzart wurden 3 Proben auf Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregendurchfeuchtung untersucht. Die erste Beregnung fand etwa 3 Monate, die zweite etwa 15 Monate nach Herstellung der Probekörper statt. Während der Schlagregenversuche wurden die Putzproben "schwerem Schlagregen" ausgesetzt^{x)}, der mit einer im Institut konstruierten Regenmaschine (s. Abb. 3) erzeugt wurde. Die Maschine besteht im wesentlichen aus einem Gebläse und einem Anblasrüssel, im Anblasrüssel sind Pralldüsen angeordnet, aus denen fein verteiltes Wasser austritt, das durch den vorbeistreichenden Wind auf die vor der Regenmaschine aufgestellte Putzprobe geschleudert wird. Die Art der Regenbeanspruchung auf die Putzproben ist aus Zahlentafel 4 zu ersehen.

Zahlentafel 4

Beanspruchung bei den Schlagregenversuchen

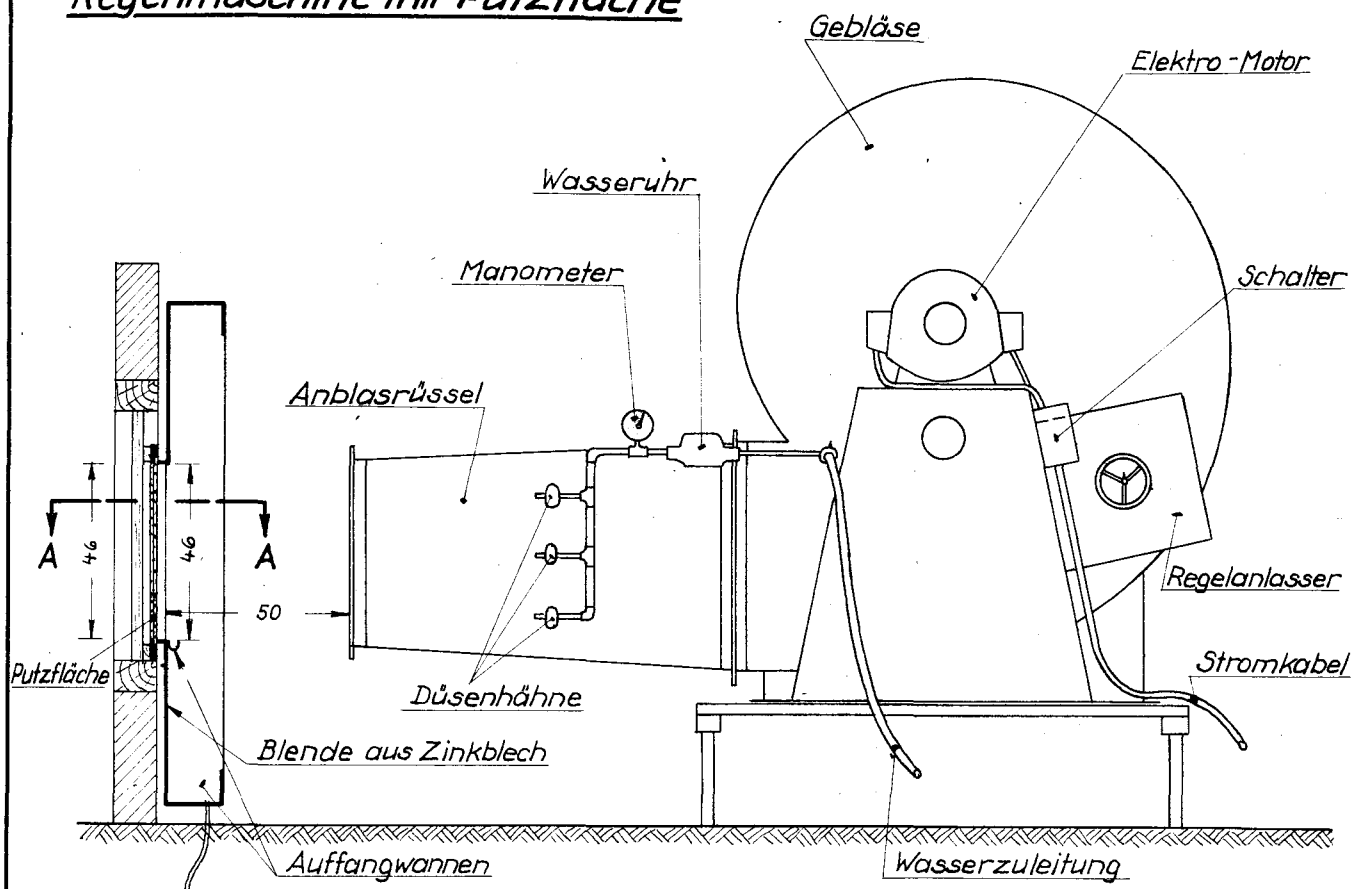
Windgeschwindigkeit (Mittel	ca. 18 m/sec.
Staudruck des Windes	ca. 20 mm WS
Windstärke (nach Beaufort)	8
Regenmenge	1 $\frac{\text{Liter}}{\text{m}^2 \cdot \text{Min.}}$
Wassertemperatur	12° bis 18° C
Auftreffwinkel des Regens	ca. 90°

Zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen wurde bei jeder Putzprobe die Zeit festgestellt, die vom Beginn des Beregnungsversuches vergeht, bis ein Viertel der Rückseite der Putzprobe durchfeuchtet war. Diese Zeit wurde mit "Durchfeuchtungszeit T" bezeichnet.

^{x)} Kristen - Wierig

Ermittlung von Außenputzarten für Außenwände, die unverputzt, unzureichend oder gefährdet sind. Bericht f.d. Bundesministerium für Wohnungsbau Januar 1958.

Regenmaschine mit Putzfläche



Schnitt A-A M. 1:5

Befestigung der Putzflächen

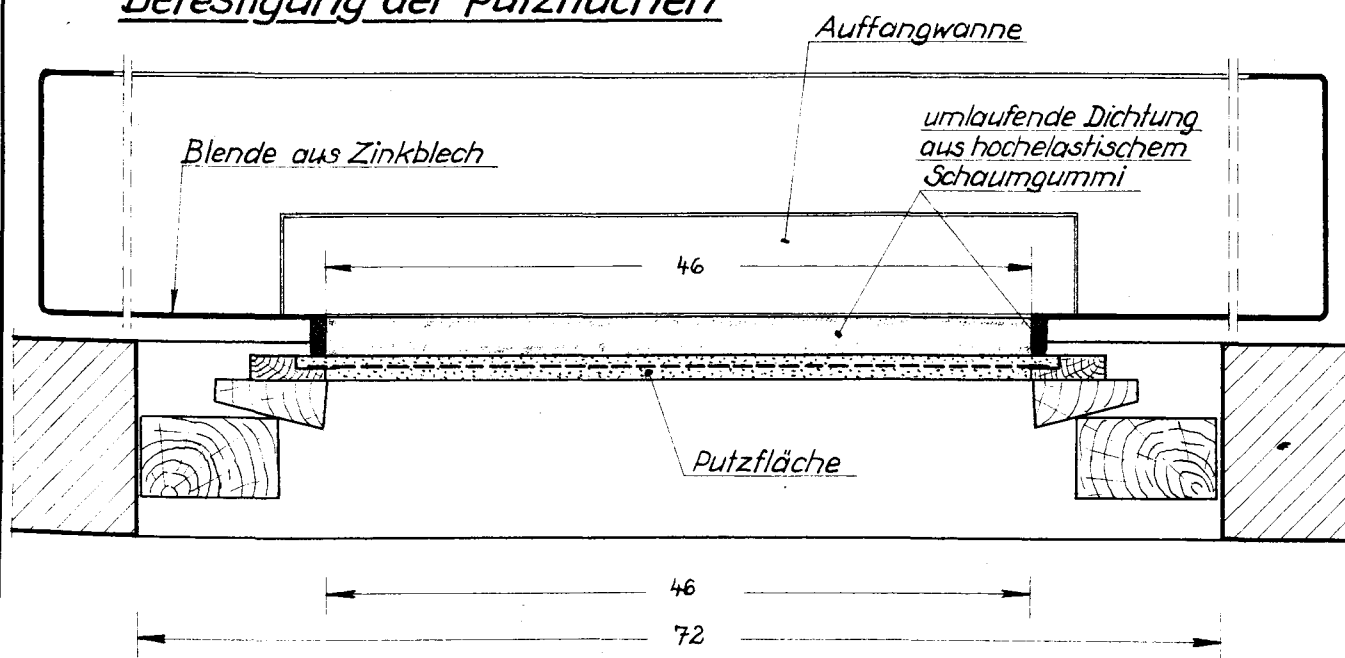


Abb.3 Versuchseinrichtung für Schlagregenversuche

4.2 Wasseraufsaugungsversuche

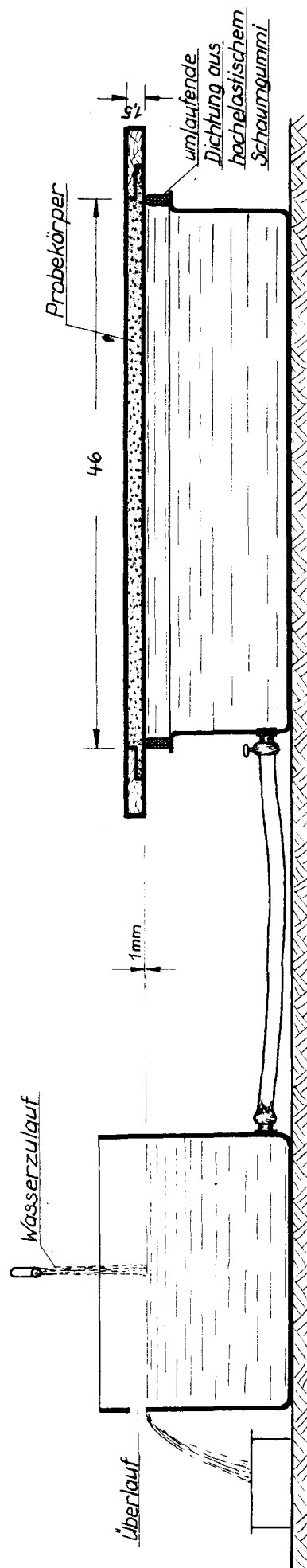
Für diese Untersuchung standen von jeder Putzart drei Probekörper zur Verfügung. Die Versuche wurden 3 Monate nach Herstellung der Putzproben durchgeführt. Zur Untersuchung der Wasseraufsaugfähigkeit wurde eine Apparatur gebaut, die es gestattete, Putzproben von der gleichen Ausführung zu prüfen, wie sie für die Schlagregenversuche verwendet worden waren. Die Apparatur besteht aus zwei Gefäßen, die mit einem Wasserschlauch verbunden sind. Das eine Gefäß hat quadratischen Grundriß und ist so eingerichtet, daß auf dem oberen Rand die zu untersuchende Putzprobe als Raumabschluß aufgelegt werden kann; das andere Gefäß ist mit einem Überlauf versehen. Beide Gefäße wurden zunächst mit Wasser vollgefüllt und dann das erste Gefäß mit einer Putzprobe abgedeckt. Dann wurde das zweite Gefäß soweit angehoben, daß der Wasserspiegel in diesem Gefäß etwa 1 mm über der Unterkante der Putzprobe stand, um auf diese Weise die Unterseite der Putzprobe ganz mit Wasser zu benetzen. (In Abb. 4 ist die Versuchseinrichtung schematisch dargestellt.) Die Putzprobe saugt zunächst Wasser auf und ist nach einer gewissen Zeit durchfeuchtet. Da auf der dem Wasser zugekehrten Seite kein Überdruck herrscht, wird die Durchfeuchtung ausschließlich durch die reine Kapillarwirkung hervorgerufen.

Wie bei den Schlagregenversuchen wurde auch bei der Prüfung der Wasseraufsaugfähigkeit festgestellt, in welcher Zeit ein Viertel der Rückseite der Putzproben durchfeuchtet war. Aus dem Unterschied der Durchfeuchtungszeit bei den Schlagregen- und den Wasseraufsaugversuchen für die gleiche Putzart kann der Einfluß des Wind-Staudruckes auf die Durchfeuchtung bestimmt werden.

4.3 Wasserdampfdurchlässigkeits-Versuche

Die Wasserdampfdurchlässigkeit wurde an je 1 bzw. 2 Putzproben durchgeführt, von denen eine bereits für die Schlagregen-Versuche benutzt war. Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit der Putze erfolgte mit einer im Institut vorhandenen Anlage. In dieser Anlage werden die zu untersuchenden Putzproben

Abb. 4 Versuchseinrichtung der Wasseraufsaugversuche



auf der einen Seite "feuchter" und auf der anderen Seite "trockener" Luft ausgesetzt. Infolge des Wasserdampfdruckunterschiedes zu beiden Seiten der Probe tritt eine "Diffusion" von Wasserdampf von der "feuchten" auf die "trockene" Seite der Probe ein. Die Wasserdampfdrücke werden über die relativen Luftfeuchtigkeiten und die Versuchstemperatur bestimmt. Die diffundierten Wasserdampfmengen werden gravimetrisch bestimmt. Dadurch lassen sich die Wasserdampfdurchlässigkeit und der Diffusionswiderstandsfaktor der Proben ermitteln. Die Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit ist in den Abb. 5 und 6 schematisch dargestellt.

5. Versuchsergebnisse

5.1 Die Schlagregenversuche

Die Ergebnisse der Schlagregenversuche sind in den Abb. 7 bis 11 graphisch aufgetragen und in Anlage 1 tabellarisch zusammengestellt. Die schraffierten Flächen in den Abbildungen geben die Bereiche an, in denen die Versuchsergebnisse streuen.

5.11 Unbehandelter Kalkzementputz

Die Durchfeuchtungszeit der unbehandelten Kalkzementputze lag bei der ersten Beregnung bei etwa 1 1/2 Stunden, bei der vorge-trockneten Putzprobe bereits bei 45 Minuten.

Bei der zweiten Beregnung dauerte die Durchfeuchtungszeit etwa doppelt solange wie bei der ersten. Die Putze waren also dichter geworden. Dieses Ergebnis steht allerdings im Widerspruch zu früheren Untersuchungen, bei denen im allgemeinen ein Abfall der Dichtigkeit im Laufe der Zeit festgestellt wurde. Der Unterschied ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß bei den früheren Versuchen die Putzproben zwischen den Beregnungen vor Regen geschützt gelagert wurden, während sie bei diesen Versuchen zwischen der ersten und der zweiten Versuchsberegnung der Witterung ausgesetzt waren. Durch die Regendurchfeuchtung trat eine Art "Nachbehandlung" mit Festigkeitszunahme ein. Auch bei den früheren Versuchen hatte sich schon gezeigt, daß die Dichtigkeit von Kalkzementputzen durch häufiges Anfeuchten erhöht wird.

Abb. 5 Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Putzen

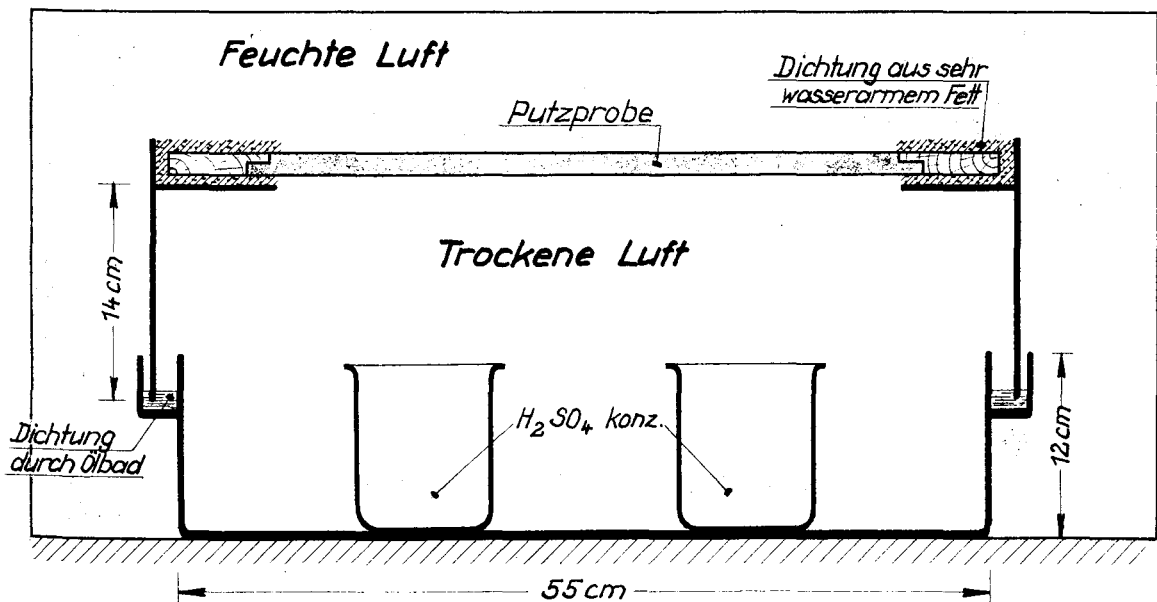
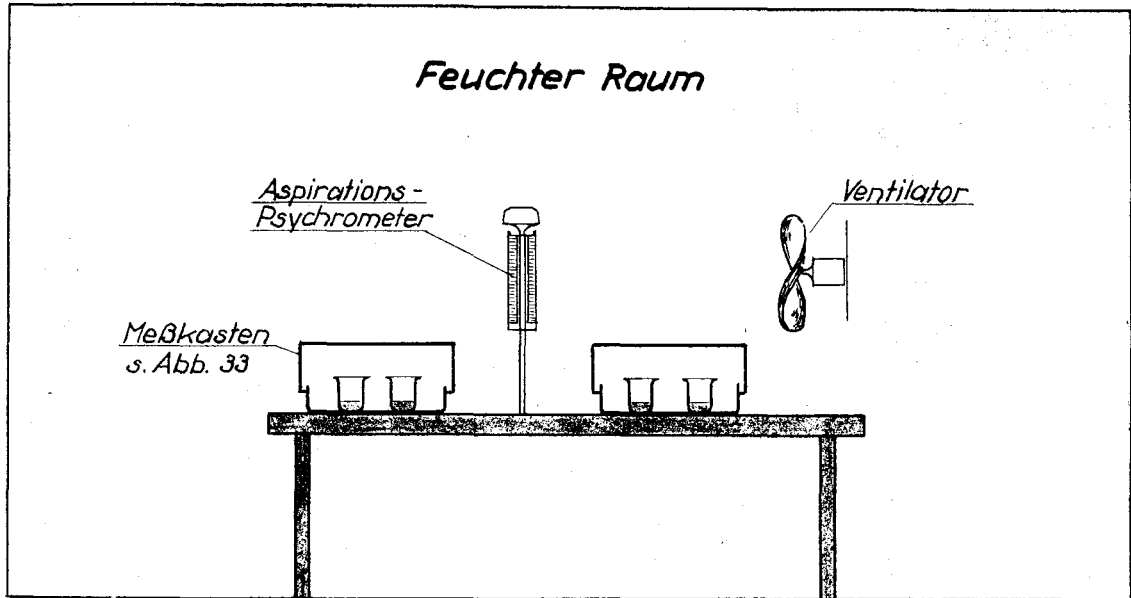


Abb. 6 Meßkasten für die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Putzen


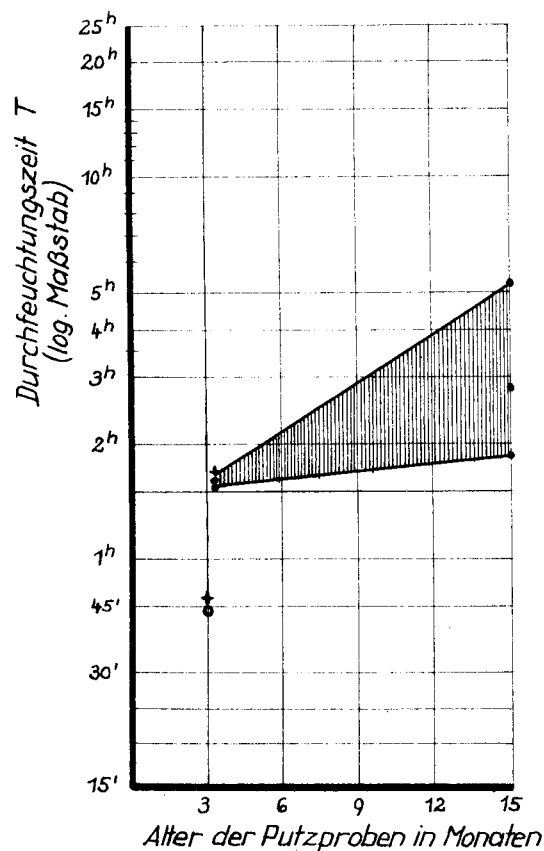
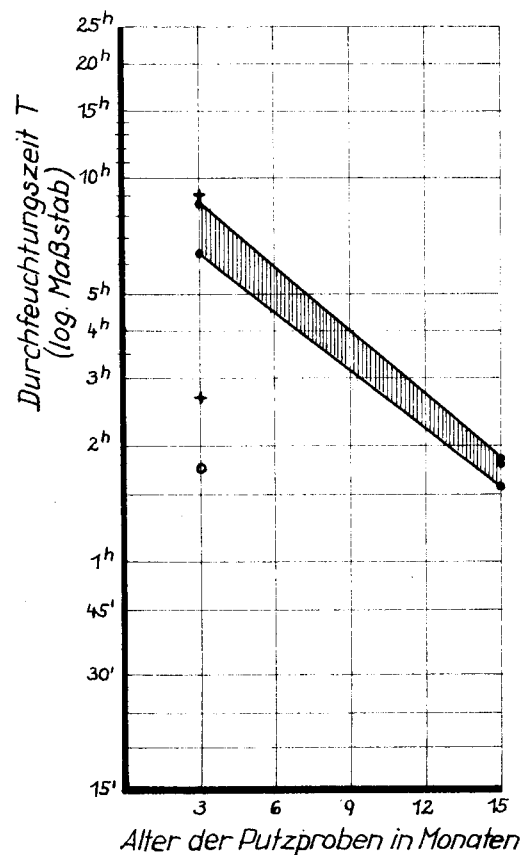
-  Schlagregenversuch
 ◦ Schlagregenversuch an leicht vorgetrockneter Putzprobe
 + Wasseraufsaugerversuch

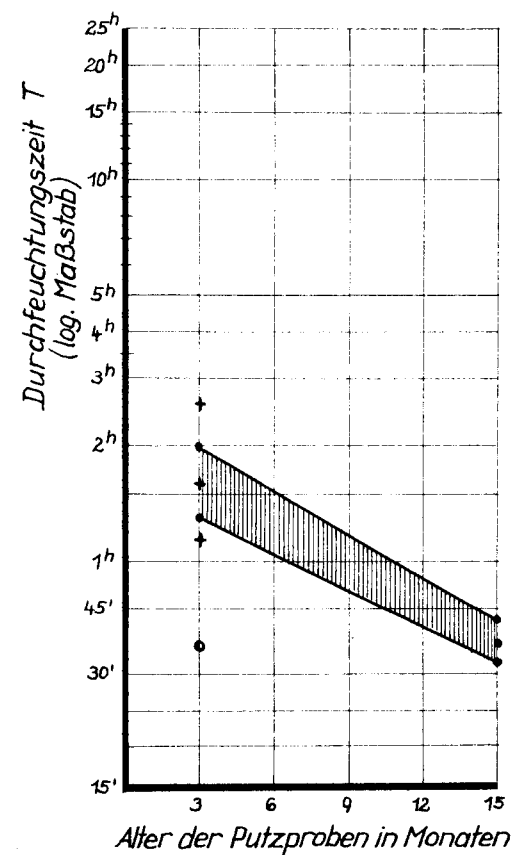
Abb. 7 Ergebnisse der Schlagregen- und der Wasseraufsaugerversuche
Blatt 1



unbehandelte
Kalkzementputze



Kalkzementputz mit
Siliconanstrich I



Kalkzementputz mit
Siliconanstrich II


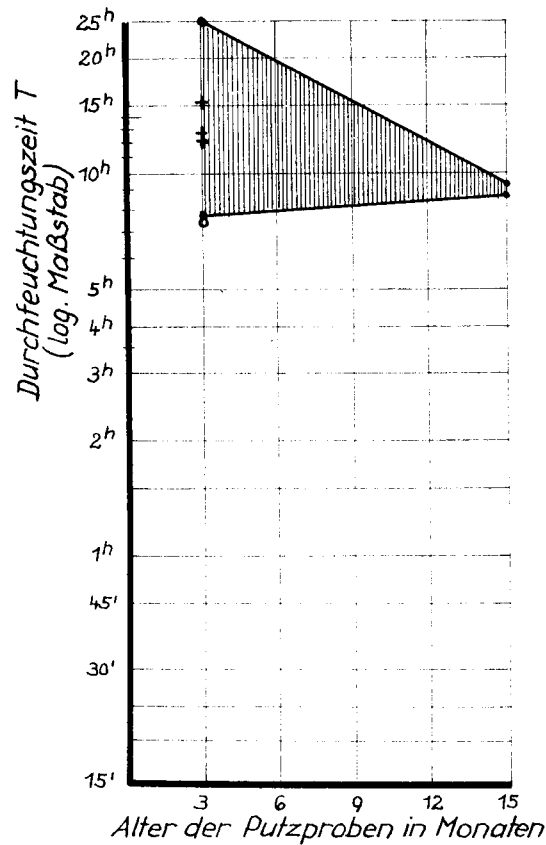
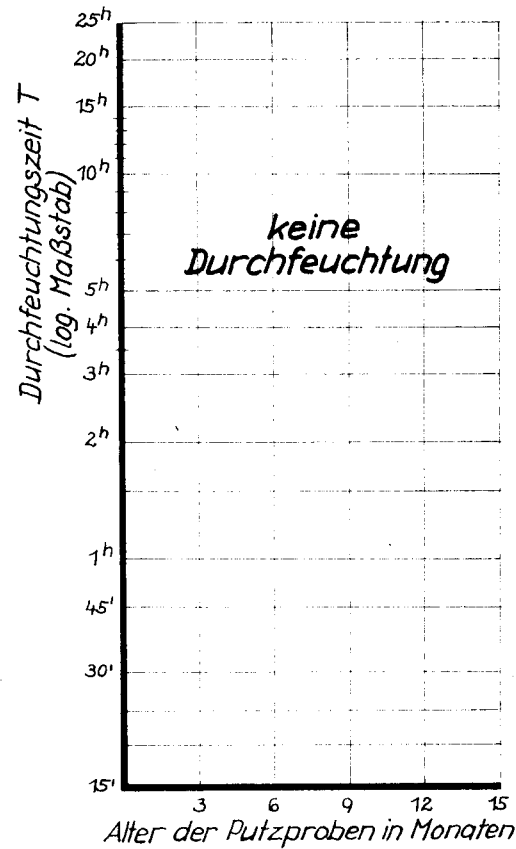
-  Schlagregenversuch
 ◦ Schlagregenversuch an leicht vorgetrockneter Putzprobe
 + Wasseraufsaugversuch

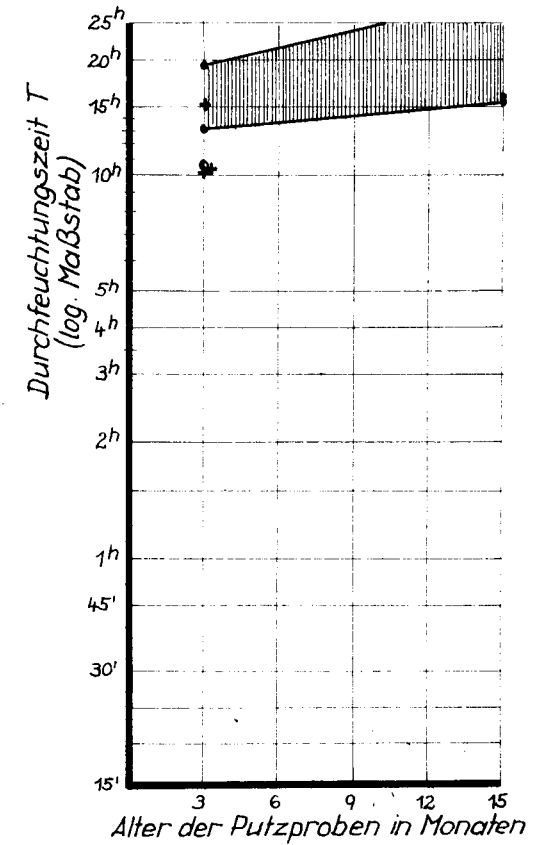
Abb. 8 Ergebnisse der Schlagregen- und der Wasseraufsaugversuche Blatt 2



Kalkzementputz mit Kunststoffanstrich A



Kalkzementputz mit Kunststoffanstrich B



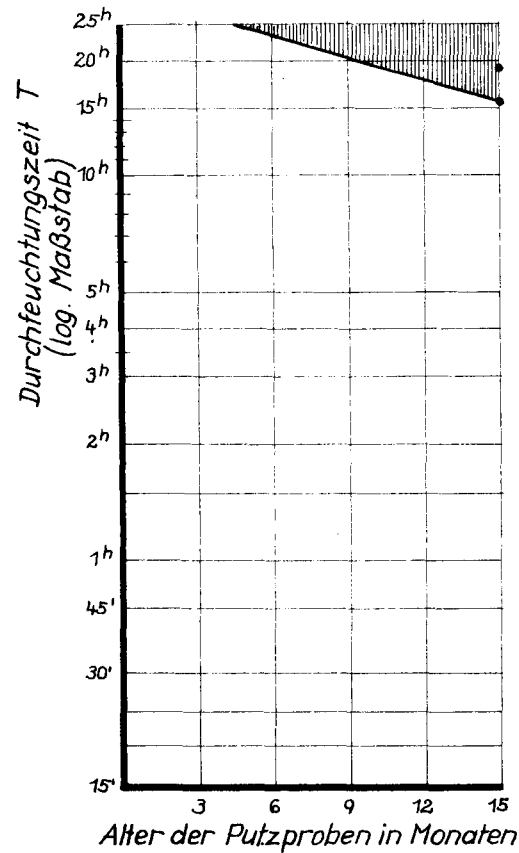
Kalkzementputz mit Kunststoffanstrich C



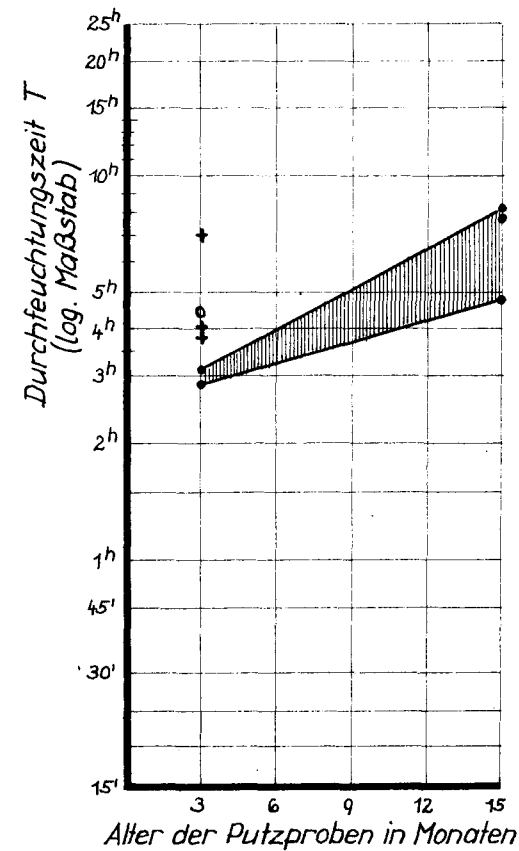
Schlagregenversuch

- o Schlagregenversuch an leicht vorgetrockneter Putzprobe
- + Wasseraufsaugerversuch

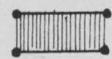
Abb. 9 Ergebnisse der Schlagregen- und der Wasseraufsaugerversuche Blatt 3



Kalkzementputz mit
Kunststoffanstrich D



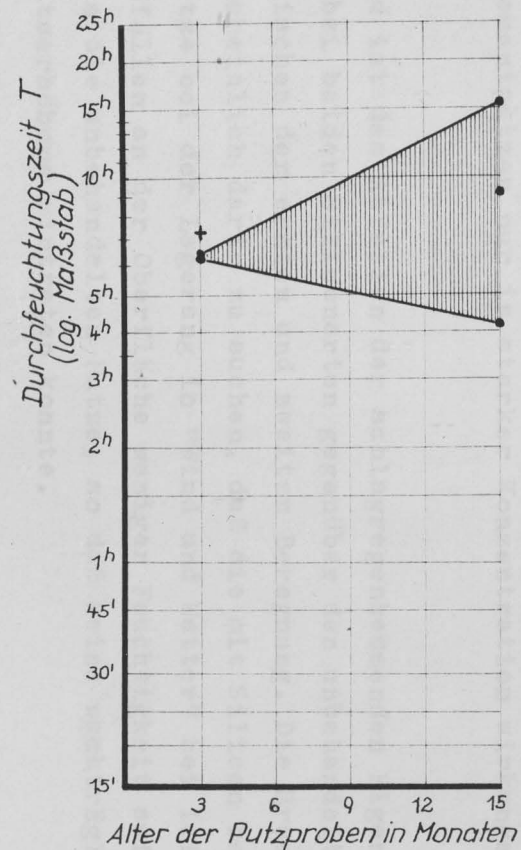
Kalkzementputz mit
Kunststoffanstrich E



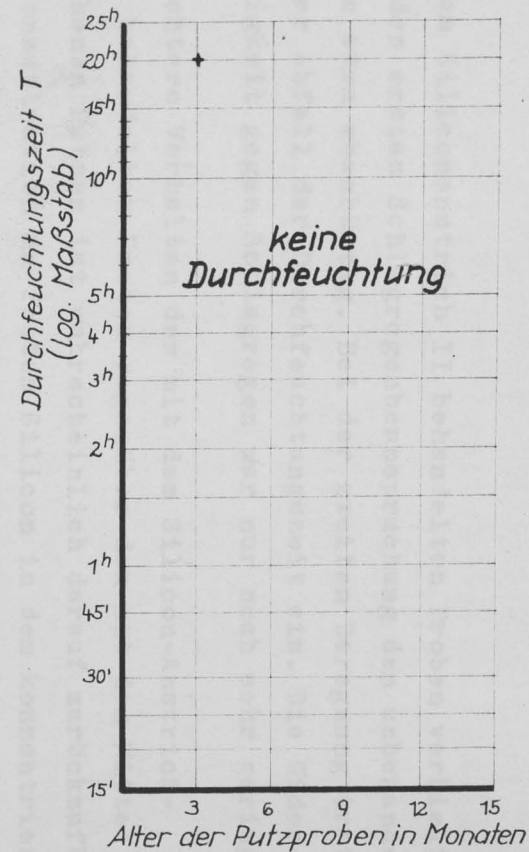
Schlagregenversuch

- Schlagregenversuch an leicht vorgetrockneter Putzprobe
- + Wasseraufsaugversuch

Abb. 10 Ergebnisse der Schlagregen- und der Wasseraufsaugversuche Blatt 4



Kalkzementputz mit
Dichtungsmittelzusatz I



Kalkzementputz mit
Dichtungsmittelzusatz II

5.12 Kalkzementputz mit Silikonanstrich

Das Verhalten der Kalkzementputze mit Siliconanstrich war unterschiedlich. Die mit dem Siliconanstrich I behandelten Putzproben verhielten sich bei der ersten Schlagregenbeanspruchung erheblich besser als die unbehandelten Kalkzementputze. Bei der zweiten Schlagregenbeanspruchung war die Durchfeuchtungszeit aber viel kürzer als bei der ersten Beregnung.

Die mit dem Siliconanstrich II behandelten Proben verhielten sich bei der ersten Schlagregenbeanspruchung den unbehandelten Proben etwa ebenbürtig. Bei der zweiten Beregnung trat ein starker Abfall der Durchfeuchtungszeit ein. Die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen war nur noch sehr gering.

Das schlechtere Verhalten der mit dem Silicon-Anstrich-Mittel II behandelten Proben gegenüber den mit dem Mittel I angestrichenen Putzen ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Konzentration an festem Silicon in dem konzentriert aufgetragenen Mittel I größer war als in dem mit Wasser im Verhältnis 1 : 6,5 Rtl. verdünnten Mittel II. Auch bei früheren Versuchen hatte sich bereits gezeigt, daß Siliconanstriche auf Kalkzementputzen nur in starker Konzentration wirkungsvoll sind.

Auffallend ist das Abfallen der schlagregenhemmenden Eigenschaften bei beiden Siliconarten gegenüber den unbehandelten Putzen zwischen der ersten und zweiten Beregnung. Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die mit Silicon behandelten Putze bei der Lagerung in "Wind und Wetter" bei leichten Regenfällen an der Oberfläche weniger Feuchtigkeit aufnahmen als die unbehandelten Putze, so daß keine nachträgliche Festigkeitserhöhung eintreten konnte.

5.13 Kalkzementputz mit Kunststoffanstrichen

Die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen lag bei allen kunststoffbehandelten Kalkzementputzen ganz erheblich über den unbehandelten Proben. Ein nennenswertes Absinken der schlagregenhemmenden Eigenschaften war auch nach 15 Monaten

nicht festzustellen. Die verhältnismäßig geringfügigen Unterschiede zwischen dem Verhalten der verschiedenen Kunststoffanstriche konnten nicht geklärt werden, zumal über die Zusammensetzung der Putze nichts Näheres bekannt war. Bei den Kunststoffanstrichen B war selbst nach 24stündiger Schlagregenbeanspruchung noch keine Durchfeuchtung festzustellen.

5.14 Kalkzementputze mit Zusatz von Dichtungsmitteln

Von den beiden Dichtungsmitteln hatte das Mittel II die größere Wirkung. Die mit diesem Material hergestellten Putzproben zeigten bei der ersten Beregnung nach 24 Stunden nur vereinzelt sehr kleine durchfeuchtete Stellen, und eine zusammenhängende Durchfeuchtung trat nach 24stündiger Schlagregenbeanspruchung nicht ein. Bei dem Zusatz von Dichtungsmittel I war zwar die Wirkung nicht so günstig, doch konnte auch hier bis zur zweiten Beregnung eine Verbesserung der schlagregenhemmenden Wirkung festgestellt werden. Auffallend war, daß bei der zweiten Beregnung eine sehr starke Streuung in den Versuchsergebnissen eintrat, was vermutlich dadurch zu erklären ist, daß die Durchfeuchtung bei Putzen mit Zusatz von Dichtungsmitteln nicht auf der gesamten Putzfläche gleichmäßig fortschreitet, sondern nur an einzelnen Stellen punktwise durchdringt. Die Ergebnisse an den Putzproben mit Zusatz von Dichtungsmitteln waren günstiger als bei früheren Untersuchungen. Der Unterschied besteht darin, daß bei den damaligen Versuchen das Mittel in Pulverform dem Bindemittel, jetzt aber in flüssiger Form dem Anmachewasser zugesetzt wurde. Bei dem flüssigen Zusatz wird eine wesentlich bessere Verteilung des Dichtungsmittels im Mörtel erreicht. Für die Praxis ist es daher wichtig, bei der Herstellung von Putzen mit Zusatz von Dichtungsmitteln besonders gut zu mischen, also möglichst Maschinenmischung.

5.2 Wasseraufsaugungs-Versuche

Die Ergebnisse der Wasseraufsaugversuche sind in Anlage 1 zusammengestellt und in den Abb. 7 bis 10 eingetragen. In der graphischen Darstellung in Abb. 11 wurden die Durchfeuchtungszeiten bei den Schlagregenversuchen den Durchfeuchtungszeiten der Wasseraufsaugversuche gegenübergestellt. Es ist zu erkennen,

daß bei den unbehandelten Putzproben sowie bei den mit Silicon behandelten und den mit einem Zusatz von Dichtungsmitteln versehenen Putzen kein nennenswerter Unterschied zwischen beiden Beanspruchungen besteht. Der Windstaudruck der Schlagregenbeanspruchung hat also keinen bzw. einen sehr geringen Einfluß auf die Durchfeuchtung. Bei den mit Kunststoffanstrichen versehenen Putzen war ein etwas größerer Unterschied festzustellen. Hier trat die Durchfeuchtung mit einer Ausnahme bei den Schlagregenversuchen schneller als bei den Aufsaugeversuchen ein. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß durch den Kunststoffanstrich die Oberfläche der Proben verändert wurde, und dadurch der Staudruck des Windes eine größere Wirkung ausübte.

5.3 Wasserdampfdurchlässigkeits-Versuche

Die Ergebnisse der Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche sind in Anlage 2 zusammengestellt und in Abb. 12 graphisch aufgetragen. Aus dieser Abbildung ist zu ersehen, daß die Wasserdampfdurchlässigkeit der unbehandelten Proben etwa gleich groß ist wie die bei den mit einem Siliconanstrich versehenen Proben. Die Wasserdampfdurchlässigkeit der mit Kunststoffanstrich versehenen Putzproben war mit einer Ausnahme (Kunststoffanstrich E) um etwa 40% geringer als bei den unbehandelten Proben.

Bei den Putzproben mit einem Zusatz von Dichtungsmitteln ist die Wasserdampfdurchlässigkeit dagegen erheblich größer als bei den unbehandelten Proben. Diese Erscheinung hatte sich auch schon bei früheren Versuchen gezeigt und ist darauf zurückzuführen, daß das Raumgewicht dieser Putzproben kleiner (s. Abb. 13) und damit die Porosität größer ist. Bei der Beurteilung der Wasserdampfdurchlässigkeit der mit einem Kunststoffanstrich versehenen Proben muß berücksichtigt werden, daß der Anstrich im Verhältnis zum Putz sehr dünn ist. Daher ist der absolute Abfall gegenüber den unbehandelten Proben eigentlich recht beträchtlich, und es ist anzunehmen, daß der relative Abfall der Wasserdampfdurchlässigkeit viel größer ist, wenn der Anstrich auf einem Untergrund mit sehr geringem Diffusionswiderstand, z. B. auf Kalkputzen, Gasbetonen o. ä. Baustoffen aufgebracht wird.

Abb.11 Unterschied zwischen Durchfeuchtungszeiten
im Schlagregen und im Wasseraufsaugversuch

■ Aufsaug-Versuche
▨ Schlagregen-Versuche (1.Beregnung)

Durchfeuchtungszeit
in h (logarithmisch)

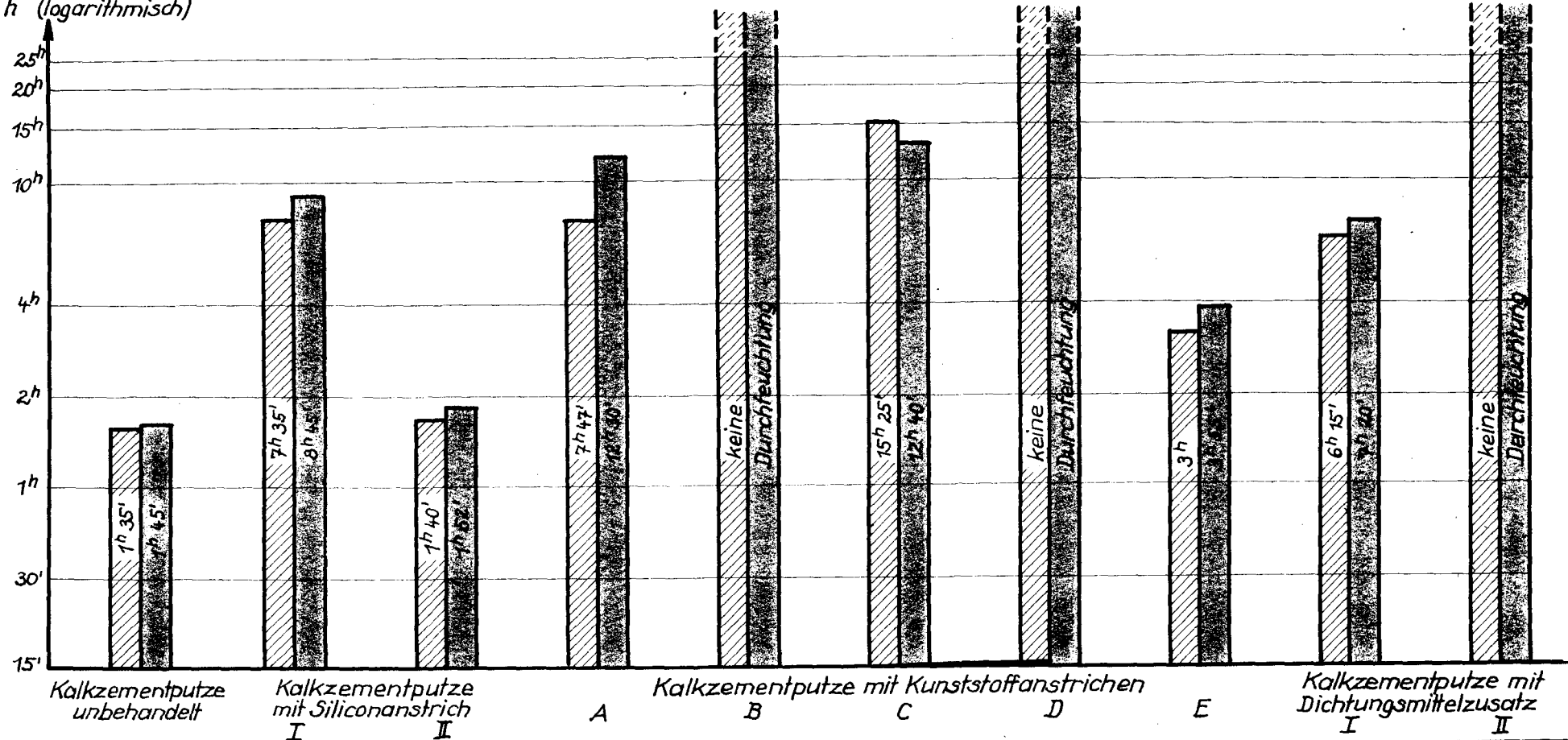


Abb. 12 Wasserdampfdurchlässigkeit der Putzproben

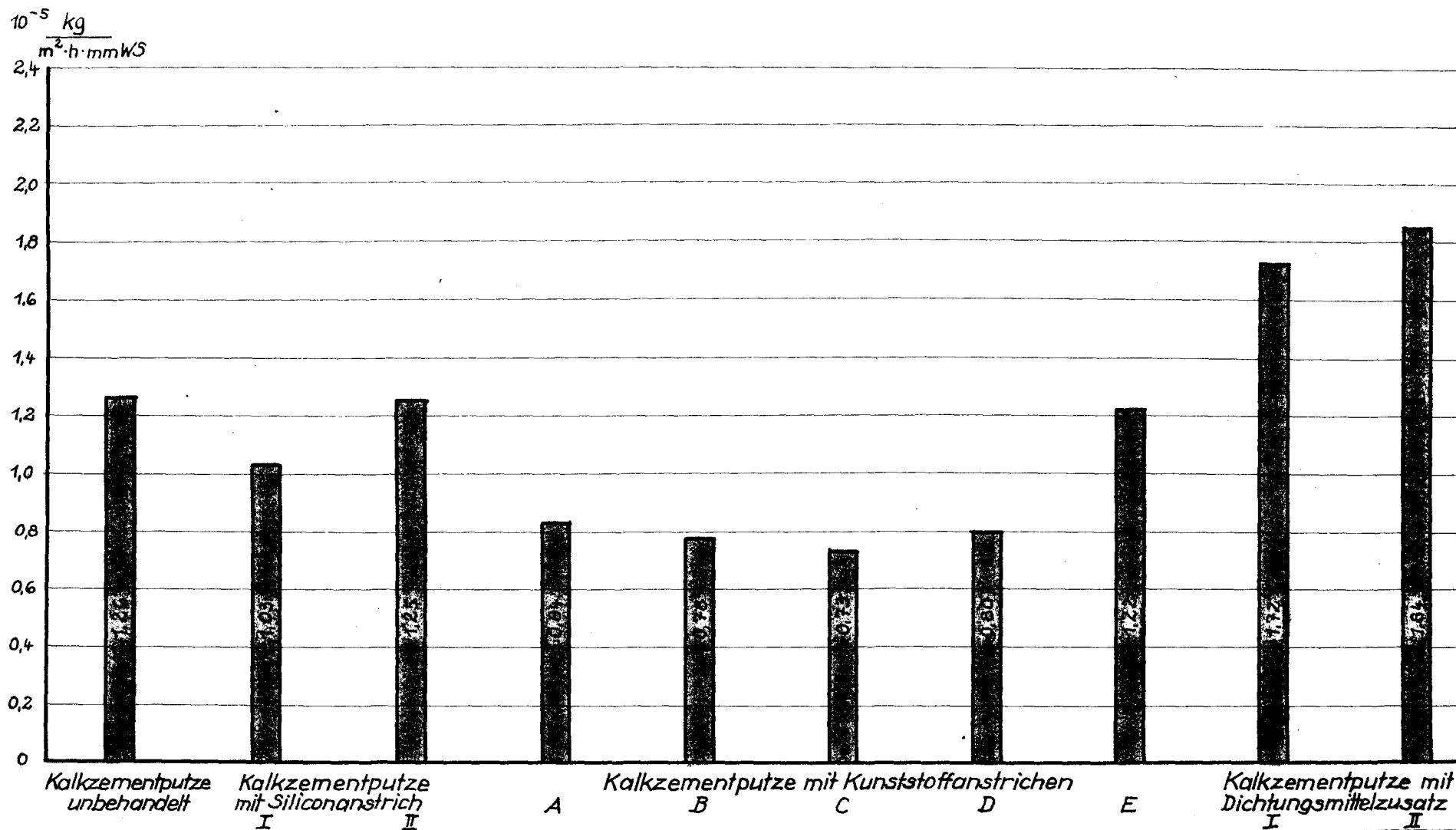
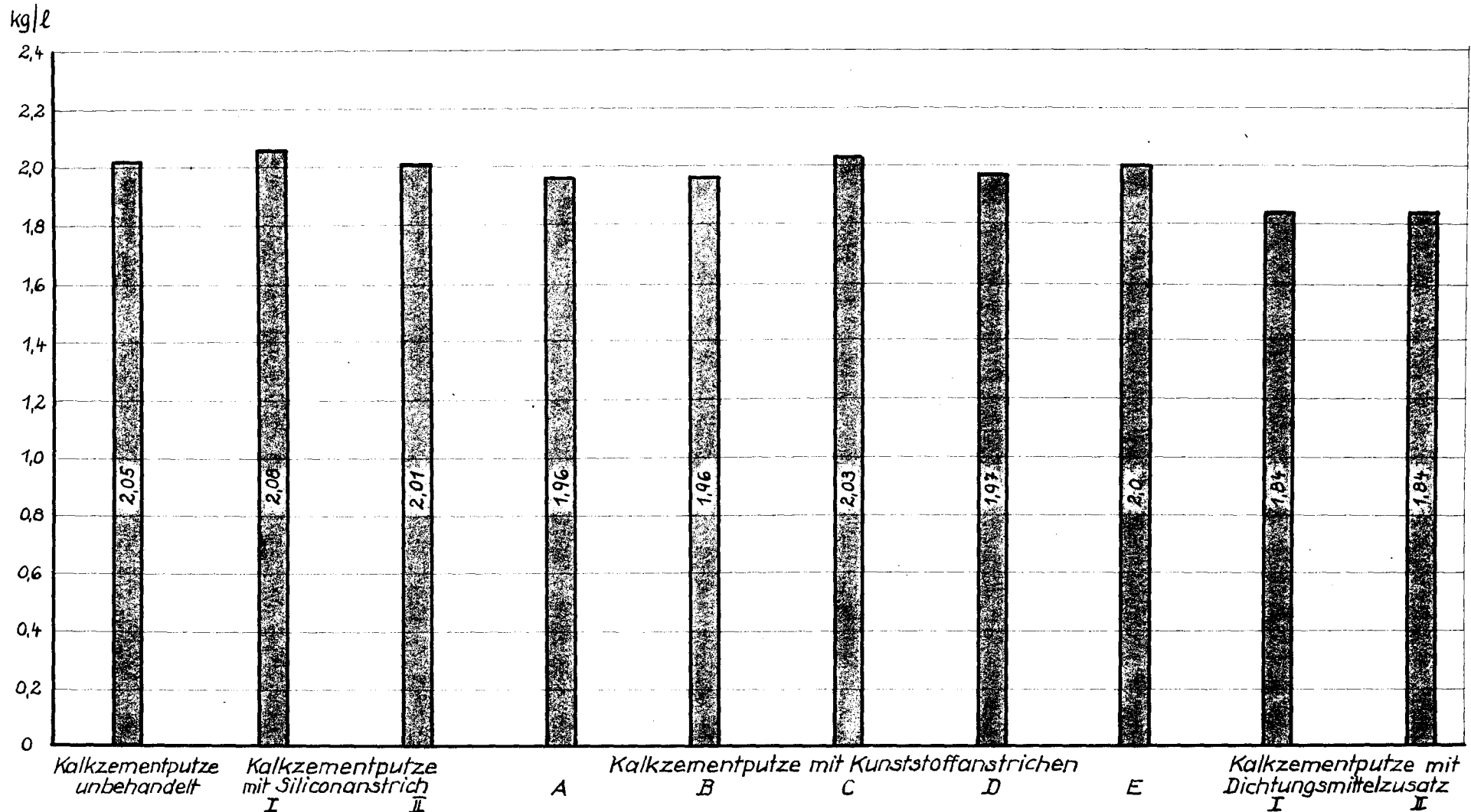


Abb. 13 Raumgewichte der Putzproben



6. Zusammenfassung

Der Forschungsauftrag sah Versuche mit normalem Kalkzementmörtel, mit Kalkzementmörtel mit Silikon- und Kunststoffanstrichen sowie mit einem Zusatz von Dichtungsmitteln vor. Es sollte festgestellt werden, ob sich ein Außenputz aus Kalkzementmörtel durch die genannten Anstriche bzw. Zusätze bezüglich Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen sowie in Bezug auf Wasseraufsaugfähigkeit und Wasserdampfdurchlässigkeit verbessern läßt. Die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen wurde zuerst etwa 3 Monate nach der Herstellung der Probekörper und dann noch einmal ein Jahr später durchgeführt. In der Zwischenzeit waren die Probekörper der Witterung ausgesetzt. Die Prüfung der Wasseraufsaugfähigkeit erfolgte nach etwa 3 Monaten, die Untersuchung auf Wasserdampfdurchlässigkeit etwa nach 1 1/2 Jahren nach der Herstellung der Probekörper. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß die Schutzwirkung von Siliconanstrichen auf Putzen, die Weißkalk enthalten, bei starker Schlagregenbeanspruchung nicht sehr groß ist. Sie müssen schon, um überhaupt eine Wirkung zu erzielen, in starker Konzentration aufgetragen werden. Die einjährige Lagerung im Freien hatte bei den Siliconanstrichen sogar ein Nachlassen der Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen zur Folge. Auch eine Verbesserung der Wasseraufsaugfähigkeit und der Wasserdampfdurchlässigkeit durch Siliconanstriche war nicht festzustellen. Die Verbesserung des Außenputzes (Kalkzementmörtel) durch Kunststoffanstriche in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen und Wasseraufsaugfähigkeit war sehr erheblich. Nur fand ein nicht sehr starkes Nachlassen der Wasserdampfdurchlässigkeit statt. Die untersuchten Anstriche dürften sich besonders für die nachträgliche Behandlung einer nicht ausreichend geschützten Außenwand eignen. Sehr günstige Versuchsergebnisse brachten die Putzproben, denen Dichtungsmittel zugesetzt waren. Besonders vorteilhaft wirkte sich das Dichtungsmittel II aus. Sowohl die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagregen als auch die Wasserdampfdurchlässigkeit wurden erhöht und die Wasseraufsaugfähigkeit herabgesetzt. Auch nach der einjährigen Lagerung trat eine Verbesserung des Außenputzes ein. Es hat sich dabei als wertvoll erwiesen, den Zusatz an Dichtungsmitteln in flüssiger Form zuzugeben und auf ein besonders gutes

Mischen zu achten. Ein vorheriges Trocknen der Probekörper hatte lediglich bei den unbehandelten Kalkzementputzen und bei den Putzen mit Silikonanstrich ein sichtbares Nachlassen der Widerstandsfähigkeit gegen Durchfeuchtung zur Folge.

Anlage 1, Blatt 1

Zusammenstellung der Ergebnisse der Schlagregen-, Wasseraufsauge- und Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche

Putz- probe Nr.	Oberflächen- behandlung	Alter der Probe bei der Oberflächen- behandlung in Tagen	Durchfeuchtungszeiten in Std : Min		Wasser- aufsauge- versuch	Diffusions- widerstands- faktor μ	Bemerkungen
			1. Berechnung	2. Berechnung			
1	ohne	-	1 ^h 32'	5 ^h 20'	-	-	-
2	"	-	1 ^h 37'	2 ^h 45'	-	-	-
3	"	-	44'	1 ^h 50'	-	-	leicht getrocknet
4	"	-	-	-	1 ^h 40'	-	-
5	"	-	-	-	1 ^h 50'	36,4	-
6	"	-	-	-	48'	-	leicht getrocknet
7	"	-	-	-	-	35,1	-
8	Silicon- anstrich I	5 Wochen	8 ^h 45'	1 ^h 50'	-	-	-
9		"	6 ^h 25'	1 ^h 45'	-	-	-
10		"	1 ^h 40'	1 ^h 36'	-	-	leicht getrocknet
11		"	-	-	9 ^h 0'	-	-
12		"	-	-	8 ^h 30'	-	-
13		"	-	-	2 ^h 40'	-	leicht getrocknet
14	"	"	-	-	-	43,0	-

- 24 -

Anlage 1, Blatt 2

Zusammenstellung der Ergebnisse der Schlagregen-, Wasseraufsauge- und Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche

Putz- probe Nr.	Oberflächen- behandlung	Alter der Probe bei der Oberflächen- behandlung in Tagen	Durchfeuchtungszeiten in Std : Min		Wasser- aufsauge- versuch	Diffusions- widerstands- faktor μ	Bemerkungen
			1. Berechnung	2. Berechnung			
15	Silicon- anstrich II	5 Wochen	2 ^h 0'	35'	-	-	Alle Putze mit einzelnen Rissen
16		"	1 ^h 20'	40'	-	-	
17		"	- 35'	32'	-	-	leicht getrocknet
18		"	-	-	1 ^h 10'	-	-
19		"	-	-	2 ^h 35'	-	-
20		"	-	-	1 ^h 35'	-	leicht getrocknet
21		"	-	-	-	36,0	-
22	Kunststoff- anstrich A	5 Wochen	25 ^h 0'	keine	-	-	-
23		"	7 ^h 50'	9 ^h 20'	-	-	-
24		"	7 ^h 45'	8 ^h 37'	-	-	leicht getrocknet
25		"	-	-	12 ^h 40'	-	-
26		"	-	-	12 ^h 20'	-	-
27		"	-	-	15 ^h 10'	-	leicht getrocknet
28		"	-	-	-	53,0	-

Anlage 1, Blatt 3

Zusammenstellung der Ergebnisse der Schlagregen-, Wasseraufsauge- und Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche

Putz- probe Nr.	Oberflächen- behandlung	Alter der Probe bei der Oberflächen- behandlung in Tagen	Durchfeuchtungszeiten in Std : Min		Wasser- aufsauge- versuch	Diffusions- widerstands- faktor μ	Bemerkungen
			1.Beregnung	2.Beregnung			
29	Kunststoff- anstrich B	5 Wochen	keine	keine	-	-	*Putz bei 2.Be- regnung beschä- digt
30		"	keine	- x/	-	-	
31		"	keine	keine	-	-	
32		"	-	-	keine	-	
33		"	-	-	keine	-	
34		"	-	-	keine	-	
35		"	-	-	-	57,5	
36	Kunststoff- anstrich C	5 Wochen	13 ^h 20'	27 ^h	-	-	-
37		"	17 ^h 30'	16 ^h	-	-	-
38		"	10 ^h 40'	15 ^h 30'	-	-	-
39		"	-	-	15 ^h 10'	-	-
40		"	-	-	10 ^h 10'	-	-
41		"	-	-	10 ^h 30'	-	leicht getrocknet
42		"	-	-	-	61,8	-

Anlage 1, Blatt 4

Zusammenstellung der Ergebnisse der Schlagregen-, Wasseraufsauge- und Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche

Putz- probe Nr.	Oberflächen- behandlung	Alter der Probe bei der Oberflächen- behandlung in Tagen	Durchfeuchtungszeiten in Std : Min		Wasser- aufsauge- versuch	Diffusions- widerstands- faktor μ	Bemerkungen
			1. Beregnung	2. Beregnung			
43	Kunststoff- anstrich D	5 Wochen	keine	keine	-	-	-
44		"	keine	18 ^h 30'	-	-	-
45		"	keine	15 ^h 40'	-	-	leicht getrocknet Putze bei 2. Be- regnung gerissen
46		"	-	-	keine	-	
47		"	-	-	keine	-	
48		"	-	-	keine	-	
49		"	-	-	-	56,5	-
50	Kunststoff- anstrich E	5 Wochen	2 ^h 50'	8 ^h 18'	-	-	-
51		"	3 ^h 10'	7 ^h 55'	-	-	-
52		"	4 ^h 25'	4 ^h 55'	-	-	leicht getrocknet
53		"	-	-	4 ^h 05'	-	
54		"	-	-	3 ^h 45'	37,7	-
55		"	-	-	7 ^h 5'	-	leicht getrocknet
56		"	-	-	-	36	-

- 27 -

Anlage 1, Blatt 5

Zusammenstellung der Ergebnisse der Schlagregen-, Wasseraufsauge- und Wasserdampfdurchlässigkeitsversuche

Putz- probe Nr.	Dichtungs- mittel	Alter der Probe bei der Oberflächen- behandlung in Tagen	Durchfeuchtungszeiten in Std : Min		Wasser- aufsauge- versuch	Diffusions- widerstands- faktor μ	Bemerkungen
			1. Beregnung	2. Beregnung			
57	Dichtungs- mittelzusatz I	bei d. Herstellg	6 ^h 12'	4 ^h 10'	-	-	keine eindeutigen Durchfeuchtungs- bilder
58		"	6 ^h 17'	15 ^h 20'	-	-	
59		"	keine	9 ^h 15'	-	28	leicht getrocknet
60		"	-	-	7 ^h 20'	-	-
61		"	-	-	keine	-	-
62		"	-	-	2 ^h 17'	-	leicht getrocknet
63	"	"	-	-	-	24,7	-
64	Dichtungs- mittelzusatz II	bei d. Herstellg	keine	keine	-	-	nach 24 Std. bei allen Proben sehr schwache Durch- feuchtung
65		"	keine	keine	-	-	
66		"	keine	-	-	-	
67		"	-	-	keine	-	
68		"	-	-	keine	-	-
69		"	-	-	20 ^h	26,1	leicht getrocknet
70		"	-	-	-	23,2	-

A n l a g e 2

Wasserdampfdurchlässigkeit der Putzproben

Putz- probe Nr.	P u t z a r t	Ver- suchs- tempe- ratur °C	rel. Luftfeuchtigkeit "trockene"/"feuchte"		Wasserdampf- durchlässigkeit		Diffusions- wider- stands- faktor	Raum- gewicht kg/l	
			Seite		$\frac{g}{m \cdot h \cdot mm Q_s}$	$\frac{kg}{m^2 \cdot h \cdot mm W S}$			
			%	%					
5	K.Z.-Putz oh. Behandlung	15,3	43	/	75	0,0025	$1,24 \cdot 10^{-5}$	36,4	2,045
7		16,3	48	/	77	0,0026	$1,28 \cdot 10^{-5}$	35,1	1,995
14	Silicon- anstrich I	13,9 -	35	/	61	0,0021	$1,03 \cdot 10^{-5}$	43,0	2,075
21	Silicon- anstrich II	15,2	59	/	92	0,0026	$1,25 \cdot 10^{-5}$	36,0	2,012
28	Kunststoff- anstrich A	13,9	32	/	61	0,0017	$0,84 \cdot 10^{-5}$	53,0	1,970 1,950
35	Kunststoff- anstrich B	15,2	49	/	92	0,0016	$0,78 \cdot 10^{-5}$	57,5	1,962
42	Kunststoff- anstrich C	16,8	40	/	81	0,0015	$0,73 \cdot 10^{-5}$	61,8	2,031
49	Kunststoff- anstrich D	16,8	40	/	81	0,0016	$0,80 \cdot 10^{-5}$	56,5	1,970
54	Kunststoff- anstrich E	16,3	48	/	77	0,0024	$1,19 \cdot 10^{-5}$	37,7	2,000
56		15,3	45	/	75	0,0025	$1,24 \cdot 10^{-5}$	36,0	1,995
59	Dichtungs- mittel I	16,9	58	/	85	0,0033	$1,61 \cdot 10^{-5}$	28,0	1,840
63		14,9	48	/	72	0,0037	$1,82 \cdot 10^{-5}$	24,7	
69	Dichtungs- mittel II	14,9	47	/	72	0,0035	$1,72 \cdot 10^{-5}$	26,1	1,840
70		16,9	59	/	82	0,0040	$1,96 \cdot 10^{-5}$	23,2	